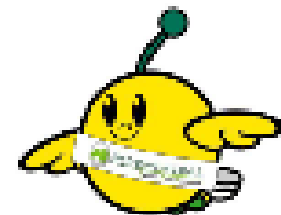
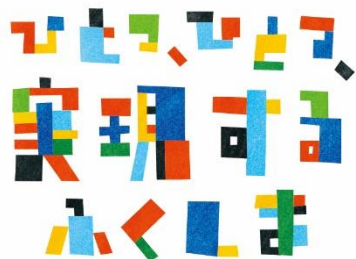


# 森林における放射性物質の 状況と今後の予測について

- 1 モニタリング調査の進め方
- 2 令和5年度調査の結果
- 3 放射性物質の動態変化
- 4 まとめ



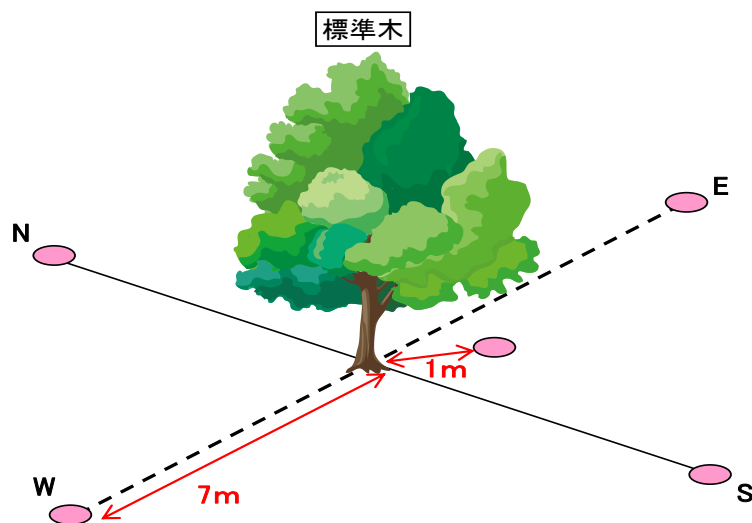
## 調査箇所数の推移

年度	調査箇所数	調査項目の内訳				調査実施主体
		箇所数	空間線量率	樹木のCs濃度	樹木（部位別） 土壌等のCs濃度	
平成23（2011）年度	362	362	○			県（直営）
平成24（2012）年度	925	785	○			県森林整備加速化・ 林業再生協議会 （補助）
		90	○	○		
平成25（2013）年度	1,006	849	○			県（委託）
		81	○	○		
平成26（2014）年度	1,193	76	○		○	県（委託）
		1,117	○			
平成27（2015）年度	1,230	76	○		○	県（委託）
		1,154	○			
平成28（2016）年度	1,250	71	○		○	県（委託）
		1,179	○			
平成29（2017）年度	1,300	81	○		○	県（委託）
		1,219	○			
平成30（2018）年度	1,300	81	○		○	県（委託）
		1,219	○			
令和元（2019）年度	1,300	81	○		○	県（委託）
		1,219	○			
令和2（2020）年度	1,300	81	○		○	県（委託）
		1,219	○			
令和3（2021）年度	1,300	80	○		○	県（委託）
		1,220	○			
令和4（2022）年度	1,302	80	○		○	県（委託）
		1,222	○			
令和5（2023）年度	1,316	80	○		○	県（委託）
		1,236	○			

※Csは放射性セシウムの略

※調査地の樹種はスギ、アカマツ、ヒノキ、カラマツ及び広葉樹

・学識経験者の意見聴取（放医研・森林総研・福島大・北海道大）



選定した標準木の周辺5点で計測



空間線量率の測定状況

## 森林内の調査箇所における標準的な値を測定

- ・標準木から1m離れた地点と東西南北に7m離れた4地点で測定 (計5点の平均)
- ・各地点において、指示値が安定した後に1分間隔で3回測定値を記録
- ・測定高さは1m
- ・測定機器は1年以内に校正したシンチレーション式サーベイメーターを使用
- ・検出器部分をビニル袋で覆うなど、機器の現場での汚染防止措置を講じる
- ・窪地の底や有機物が削れた急斜面等の箇所は避ける

# 立木試料の採取



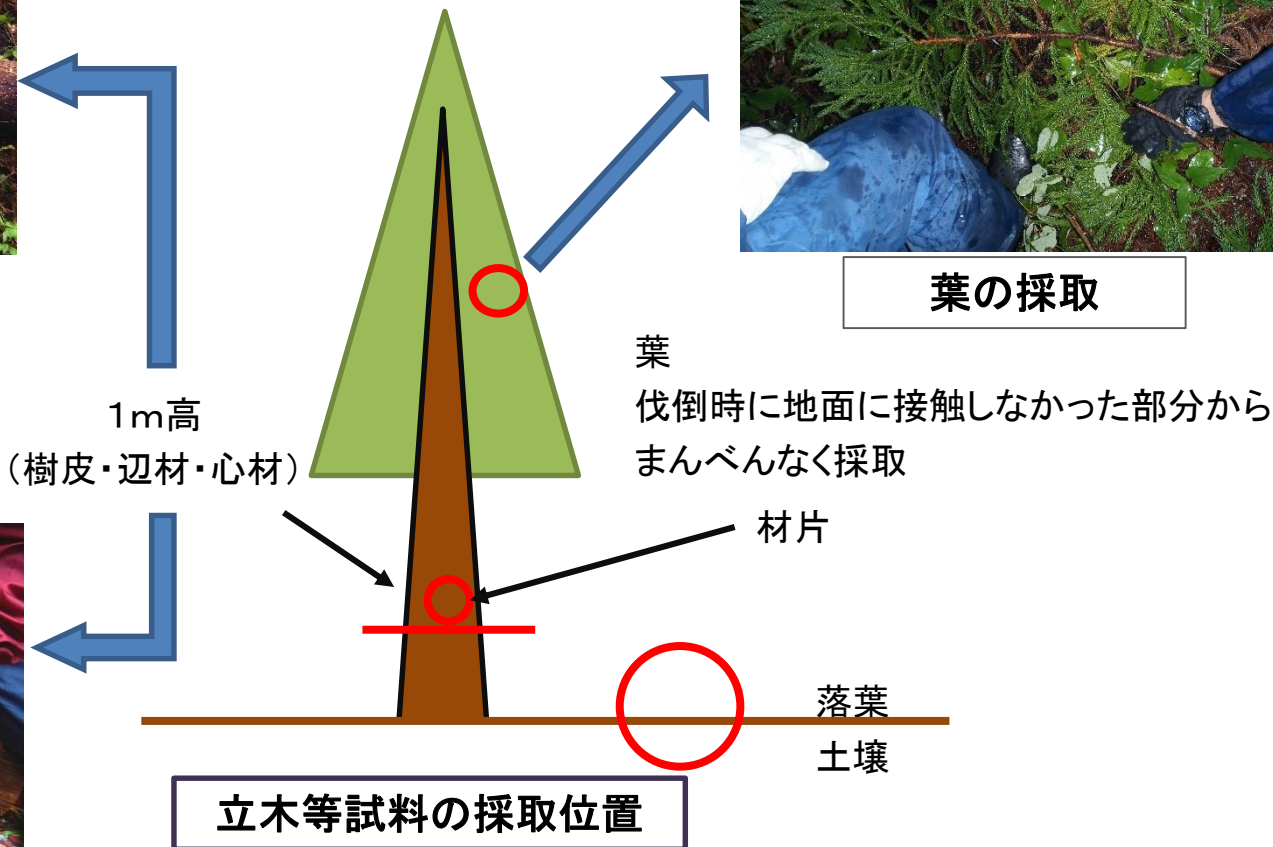
辺材・心材の採取  
(おが粉状試料を採取)



葉の採取



樹皮の採取

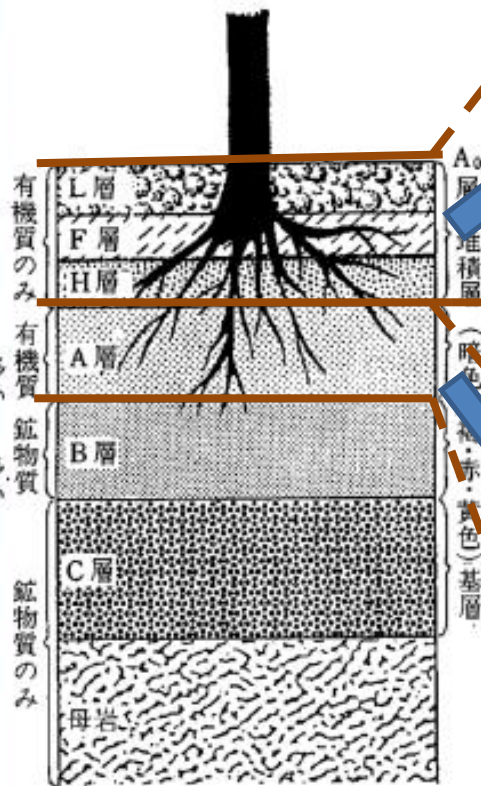


部位別（樹皮、辺材、心材及び葉）に試料を採取



# 土壌試料の採取

落葉層と土壌層に  
区分して試料採取



落葉、土壌試料  
採取位置の模式図



落葉試料の採取

25cm × 25cmから試料を採取



土壌試料の採取

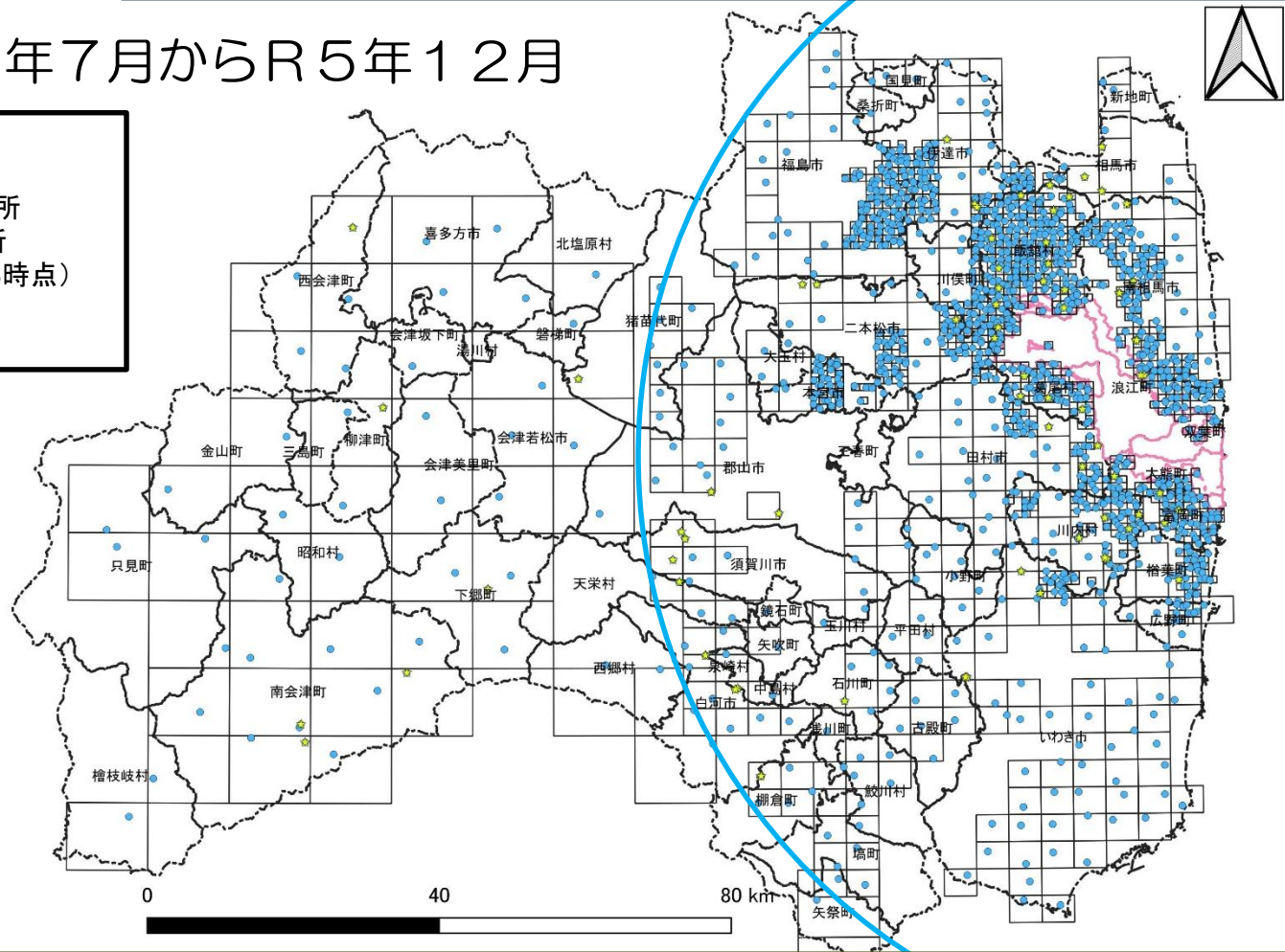
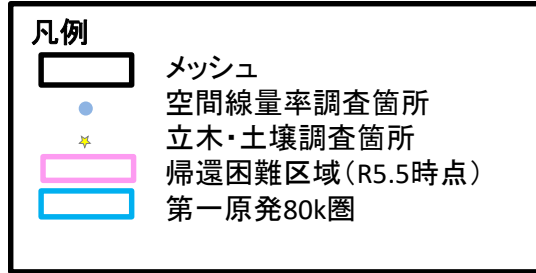
Cs  
濃度  
分析  
へ

ゲルマニウム  
半導体検出器



# モニタリング調査の概要

調査実施時期 R5年7月からR5年12月



- ・原発から80km圏外は10kmメッシュ、80km圏内は4kmメッシュ
- ・H23年度に $3.4\mu\text{Sv/h}$ 、H24年度以降 $1.0\mu\text{Sv/h}$ を計測した箇所は1kmメッシュに細分化
- ・R5年度は帰還困難区域の解除に伴い調査可能となった14箇所を追加し、1,316箇所を調査  
(帰還困難区域は立入が制限されていることから未実施)
- うち、362箇所については、H23年度から継続して調査

令和5年度（2023）調査1,316箇所の測定結果

単位(μSv/h)

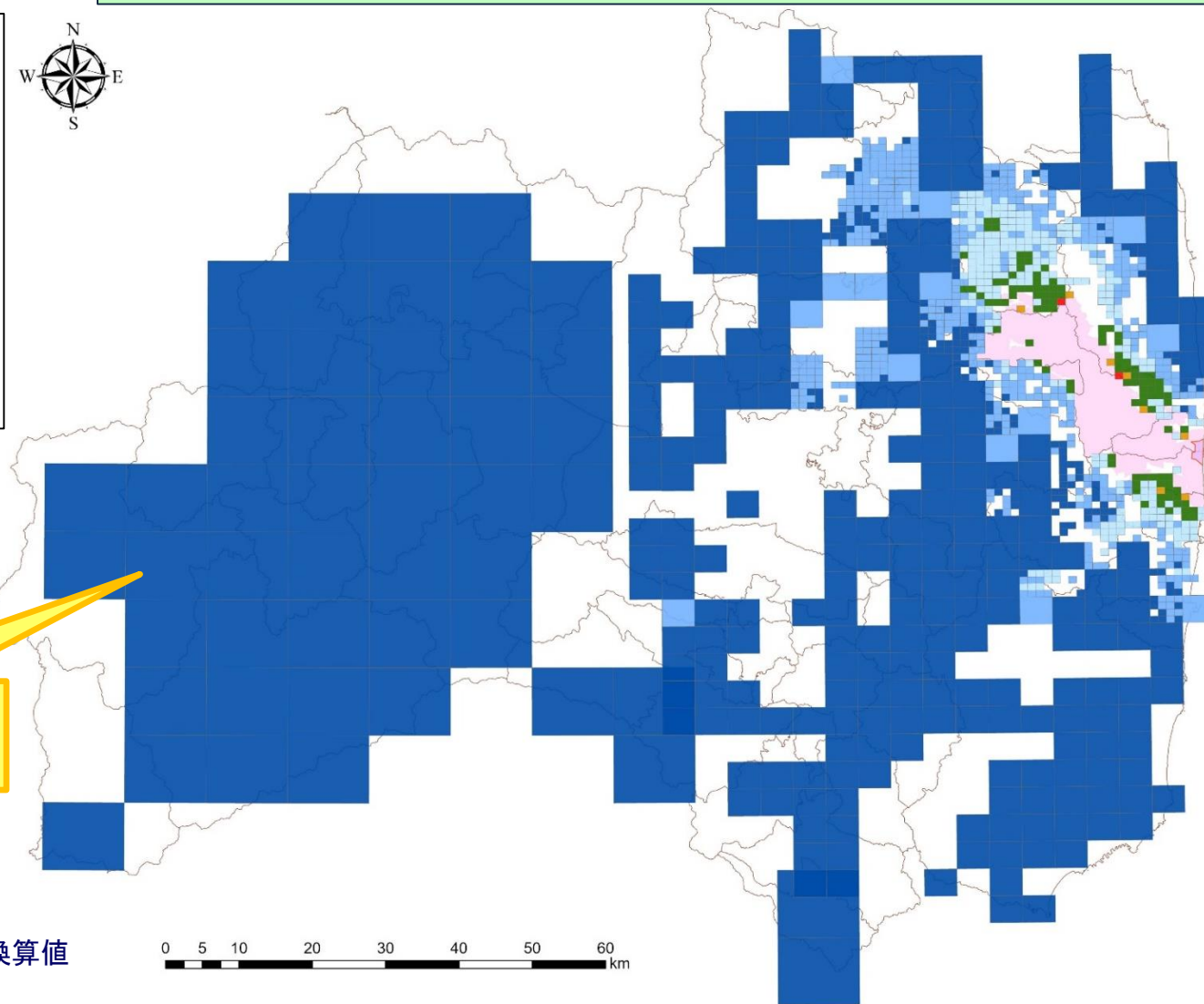
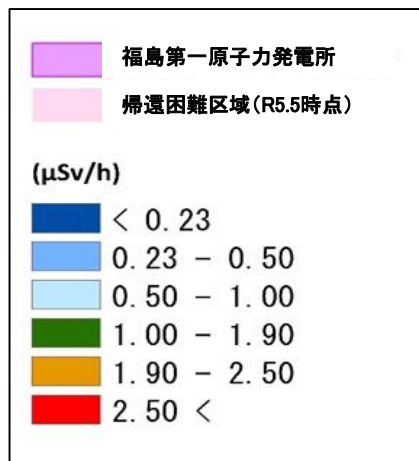
管内別	箇所数	最大値	最小値
県北	361	1.03	0.04
県中	122	0.37	0.04
県南	38	0.20	0.04
会津	33	0.08	0.03
南会津	22	0.08	0.03
相双	669	2.62	0.09
いわき	71	0.86	0.04
県全体	1,316	2.62	0.03

2024年3月1日現在の換算値



・相双管内については、帰還困難区域に隣接していることから、空間線量率が高い値となっている。





県南、会津、南会津は  
すべて0.23 $\mu\text{Sv/h}$ 未満

図表令和6年3月1日現在の換算値



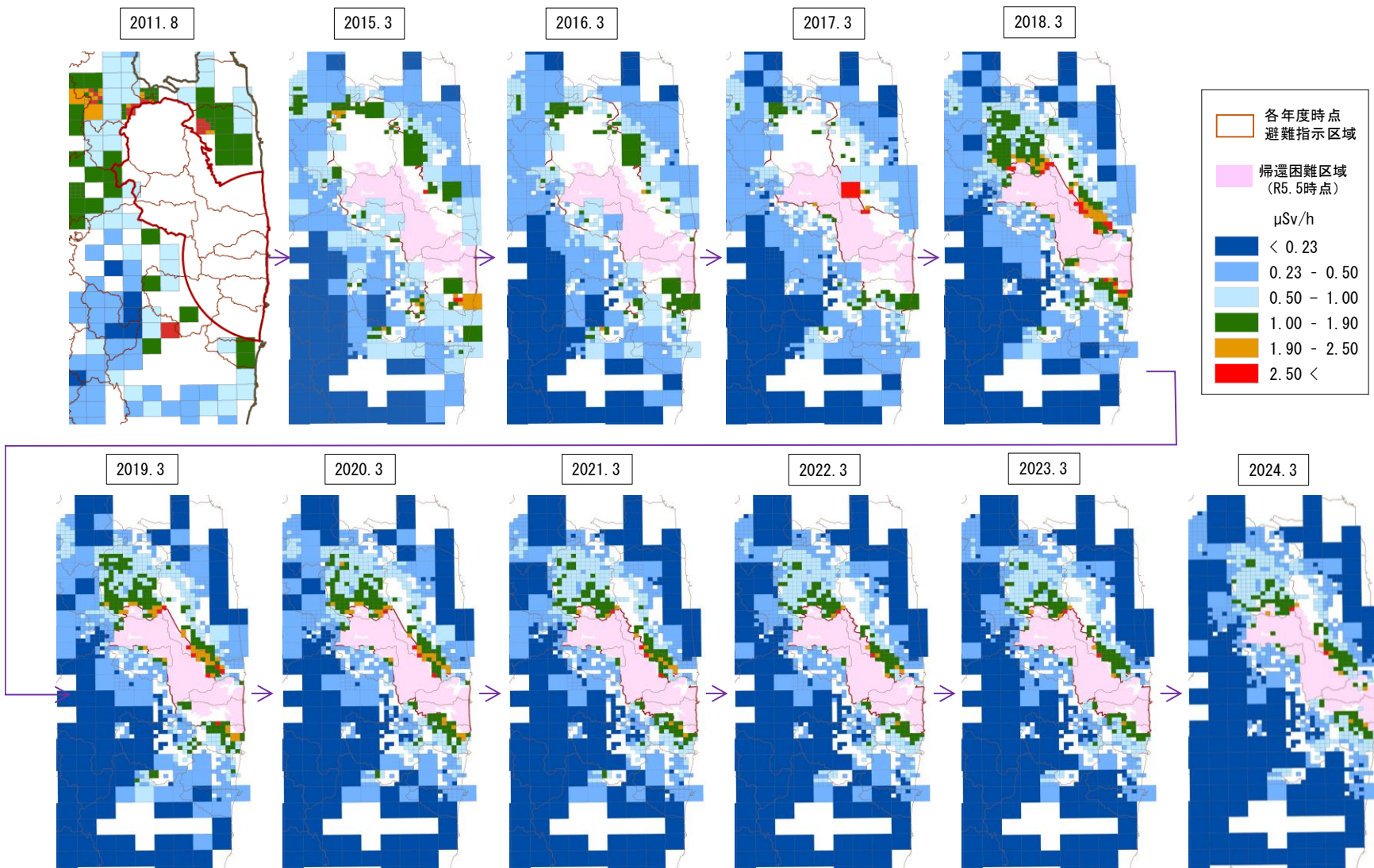
**森林内の空間線量率は年々減少 <平成23年度から継続して調査を実施している362箇所>**

○0.23 $\mu\text{Sv/h}$ 未満の区域の増加 42箇所12%(H23) → 265箇所 73%(R5)

○1.00 $\mu\text{Sv/h}$ 以上の区域の減少 127箇所35%(H23) → 0箇所 0%(R5)

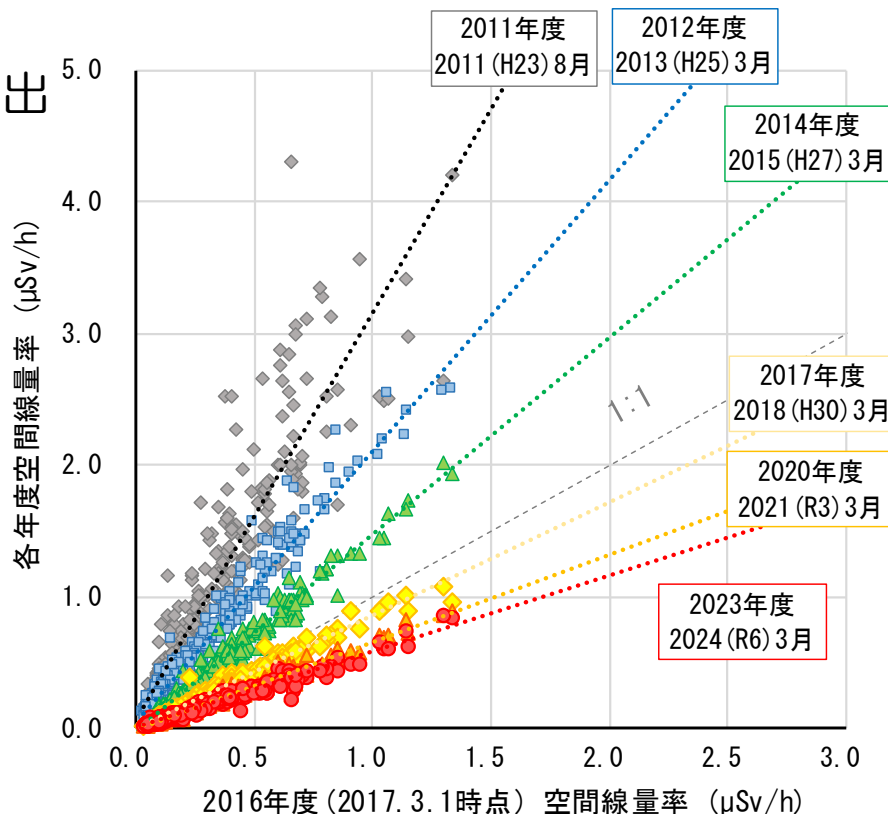


# 帰還困難区域周辺の空間線量率



帰還困難区域周辺の調査箇所の空間線量率も徐々に低下

※ 平成23年度（2011年）からの継続調査箇所362点を抽出

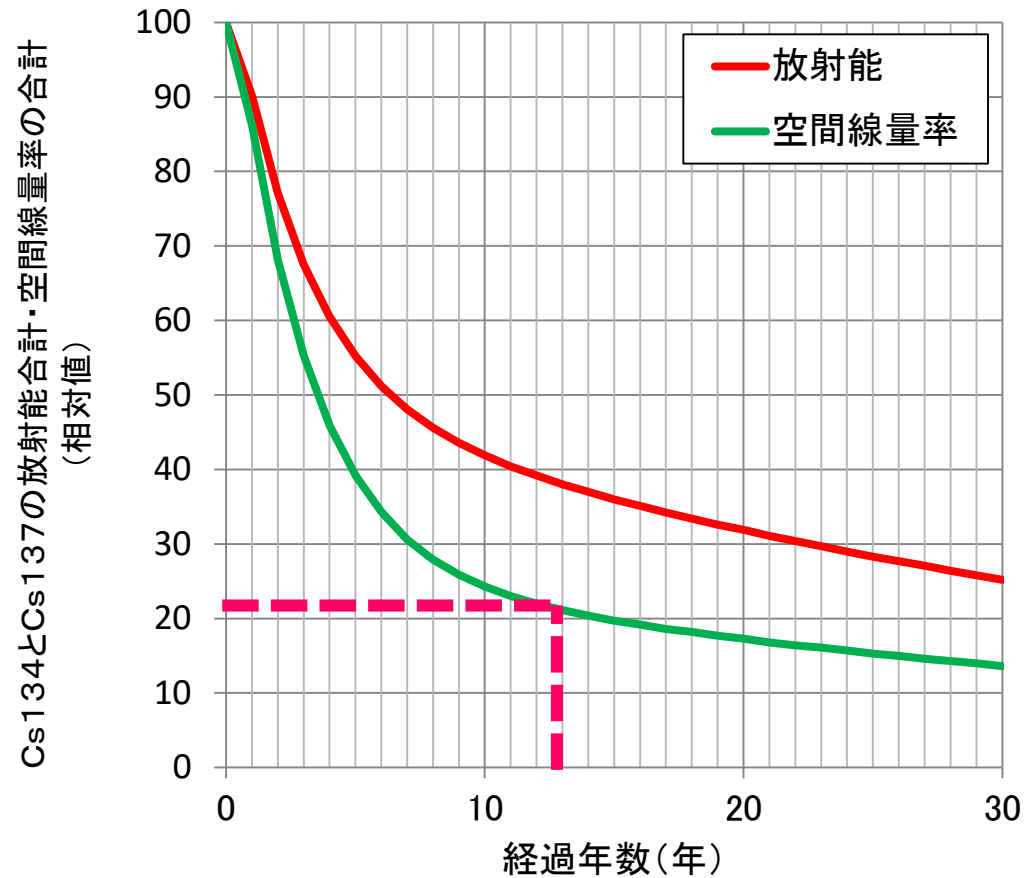


(μSv/h)	H23 (2011) 2011年8月	H23 (2011) 2012年3月	H24 (2012) 2013年3月	H25 (2013) 2014年3月	H26 (2014) 2015年3月	H27 (2015) 2016年3月	H28 (2016) 2017年3月	H29 (2017) 2018年3月	H30 (2018) 2019年3月	R1 (2019) 2020年3月	R2 (2020) 2021年3月	R3 (2021) 2022年3月	R4 (2022) 2023年3月	R5 (2023) 2024年3月
平均	0.91	0.79	0.62	0.44	0.39	0.32	0.27	0.23	0.23	0.20	0.18	0.17	0.17	0.17
中央値	0.60	0.52	0.44	0.31	0.25	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.11	0.11
最大値	4.32	3.74	2.58	2.18	2.03	1.73	1.33	1.09	1.11	1.09	0.89	0.85	0.81	0.85
最小値	0.09	0.07	0.09	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03
標準偏差	0.80	0.69	0.50	0.39	0.36	0.29	0.24	0.20	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.14
変動係数	0.88	0.88	0.81	0.88	0.92	0.91	0.88	0.87	0.87	0.88	0.86	0.86	0.84	0.84
箇所数	362	362	362	362	362	362	362	362	362	362	362	362	362	362
物理学的減衰	0.91	0.79	0.63	0.51	0.42	0.36	0.32	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19

空間線量率の低減率 H23.8~R6.3 約81% ⇒ 概ね物理学的減衰に従って低減

# Csの減衰曲線

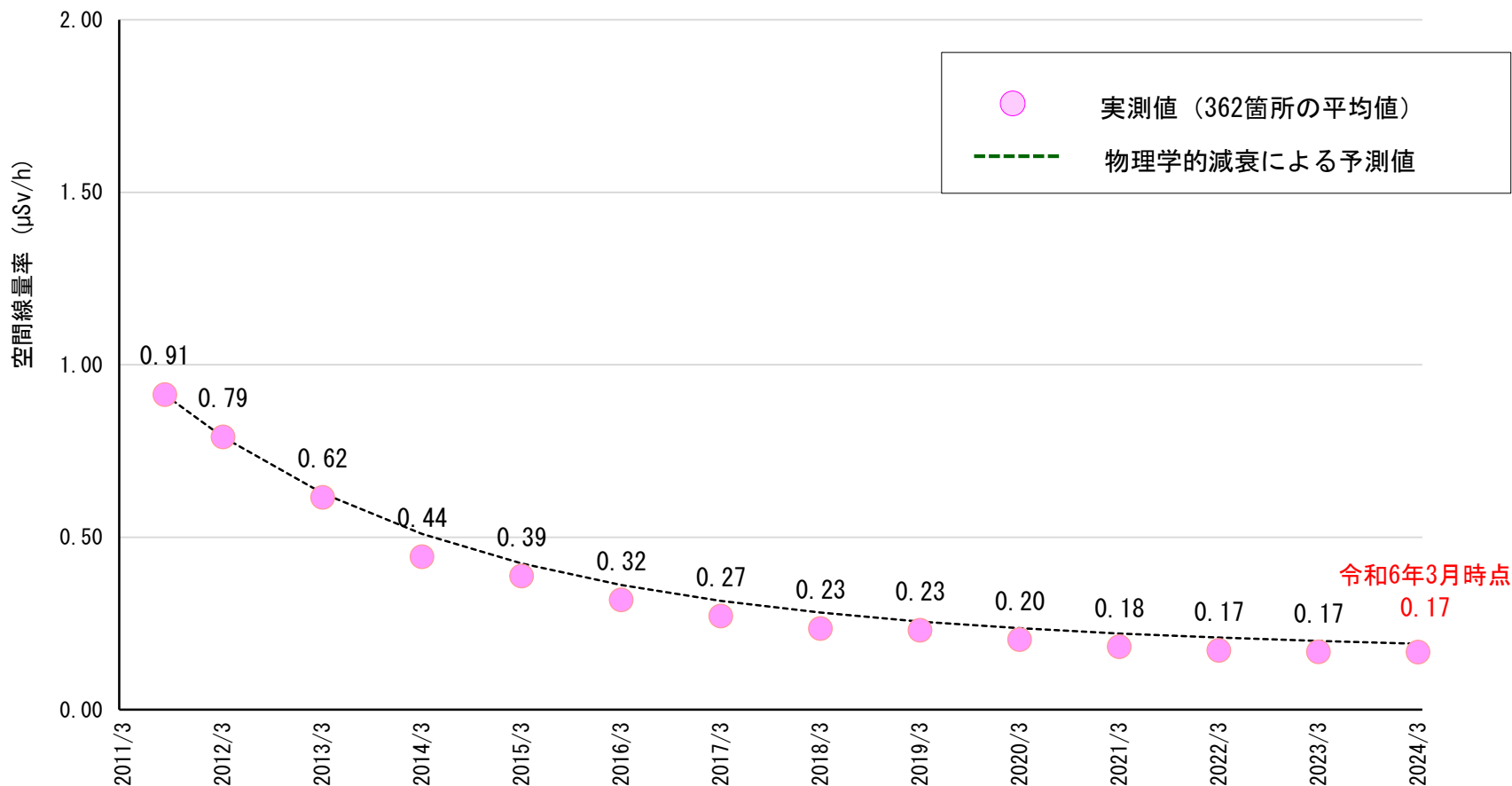
経過年数(年次)	放射能の減衰	空間線量率の減衰
0	H23	100
1	H24	90
2	H25	77
3	H26	68
4	H27	60
5	H28	55
6	H29	51
7	H30	48
8	R1	46
9	R2	44
10	R3	42
11	R4	40
12	R5	39
13	R6	38
14	R7	37
15	R8	36
16	R9	35
17	R10	34
18	R11	33
19	R12	33
20	R13	32
21	R14	31
22	R15	30
23	R16	30
24	R17	29
25	R18	28
26	R19	28
27	R20	27
28	R21	26
29	R22	26
30	R23	25



13年経過した現在(R6.3.1)の空間線量率は平成23年当時の約21%まで低減

放射能と空間放射線量率の減衰割合の推計  
 HP「福島第一原発事故直後の福島県中を通りにおける放射性物質の飛散状況はどのようなものだったか—事故直後に行われた高エネルギー加速器研究機構と理化学研究所の合同チームによる調査結果—」を基に作成

## Csの減衰曲線との比較

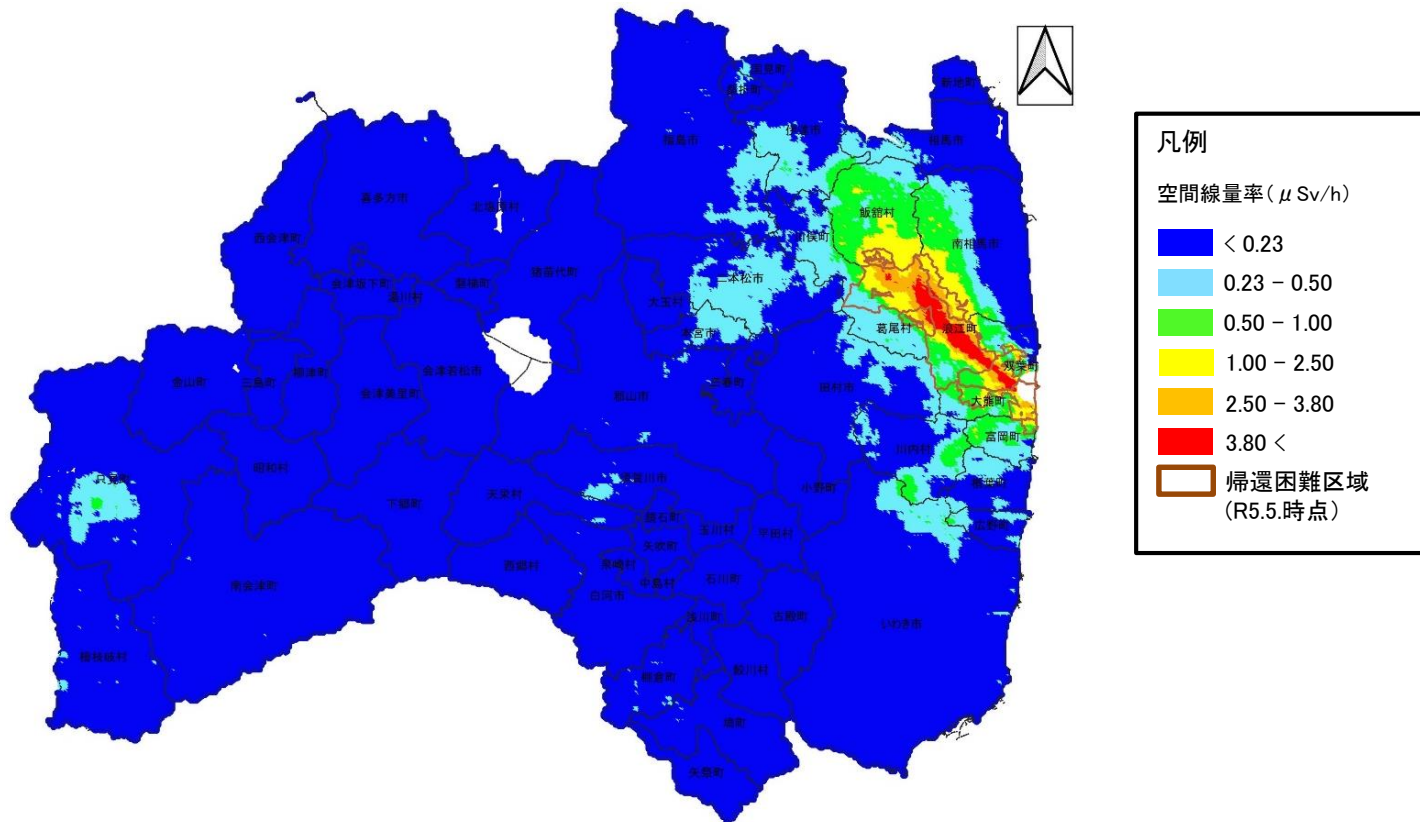


放射性Csの物理的減衰曲線とモニタリング実測値（362箇所の平均値）の関係

- 現在まで、**森林内の空間線量率は物理学的減衰率とほぼ同じく低下**
- **今後も放射性Csの物理学的減衰率に従い低下が見込まれる**  
※降雨等による流入・流出の影響(ウェザリング効果)は考慮していない



# 航空機モニタリングの結果



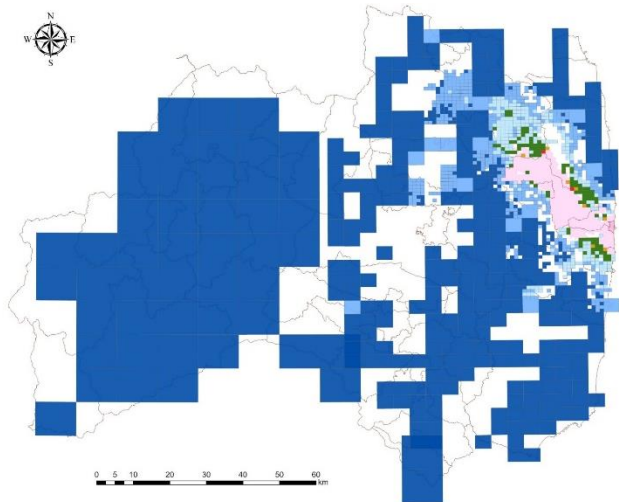
2023(R5)年度 航空機モニタリング結果

令和5年11月27日換算値 空間線量率(μSV/h)

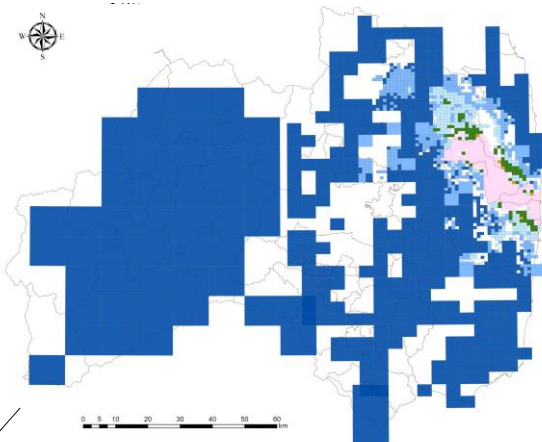
県内全域	全県	県北	県中	県南	会津	南会津	相双	いわき
平均値	0.224	0.192	0.132	0.137	0.103	0.123	0.864	0.136
最大値	13.000	1.900	0.280	0.300	0.310	0.750	13.000	0.940
最小値	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100

※全測定点 212, 259地点 (2024(R6).2.22公表)原子力規制委員会公表資料より作成

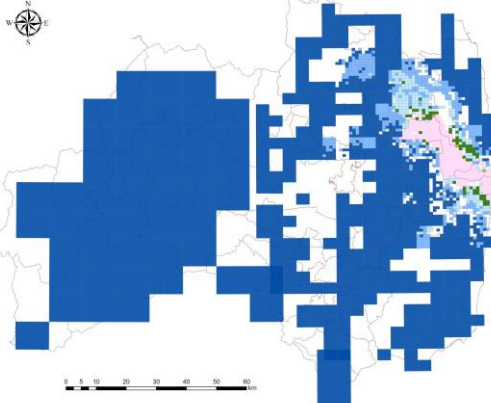
原発事故から13年後  
令和5年度(2024.3)の結果



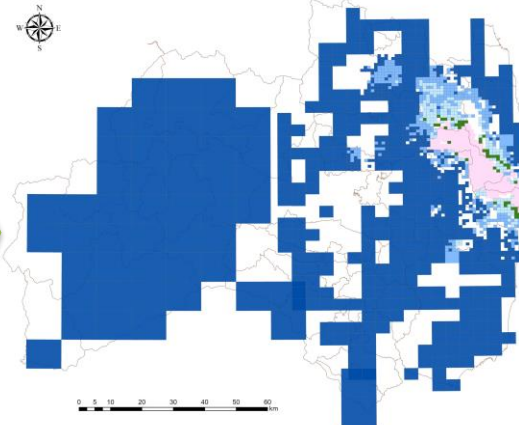
原発事故から15年後  
2026年の予測



原発事故から20年後  
2031年の予測



原発事故から25年後  
2036年の予測



※2011年8月から継続調査を実施している362箇所に基づく予測値

(単位は  $\mu\text{Sv/h}$ )

2024年3月現在	原発事故15年後 2026年3月現在	原発事故20年後 2031年3月現在	原発事故25年後 2036年3月現在
0.17	0.16	0.14	0.13

( $\mu\text{Sv/h}$ )

- < 0.23
- 0.23 - 0.50
- 0.50 - 1.00
- 1.00 - 1.90
- 1.90 - 2.50
- 2.50 <

# バックグラウンド調査箇所

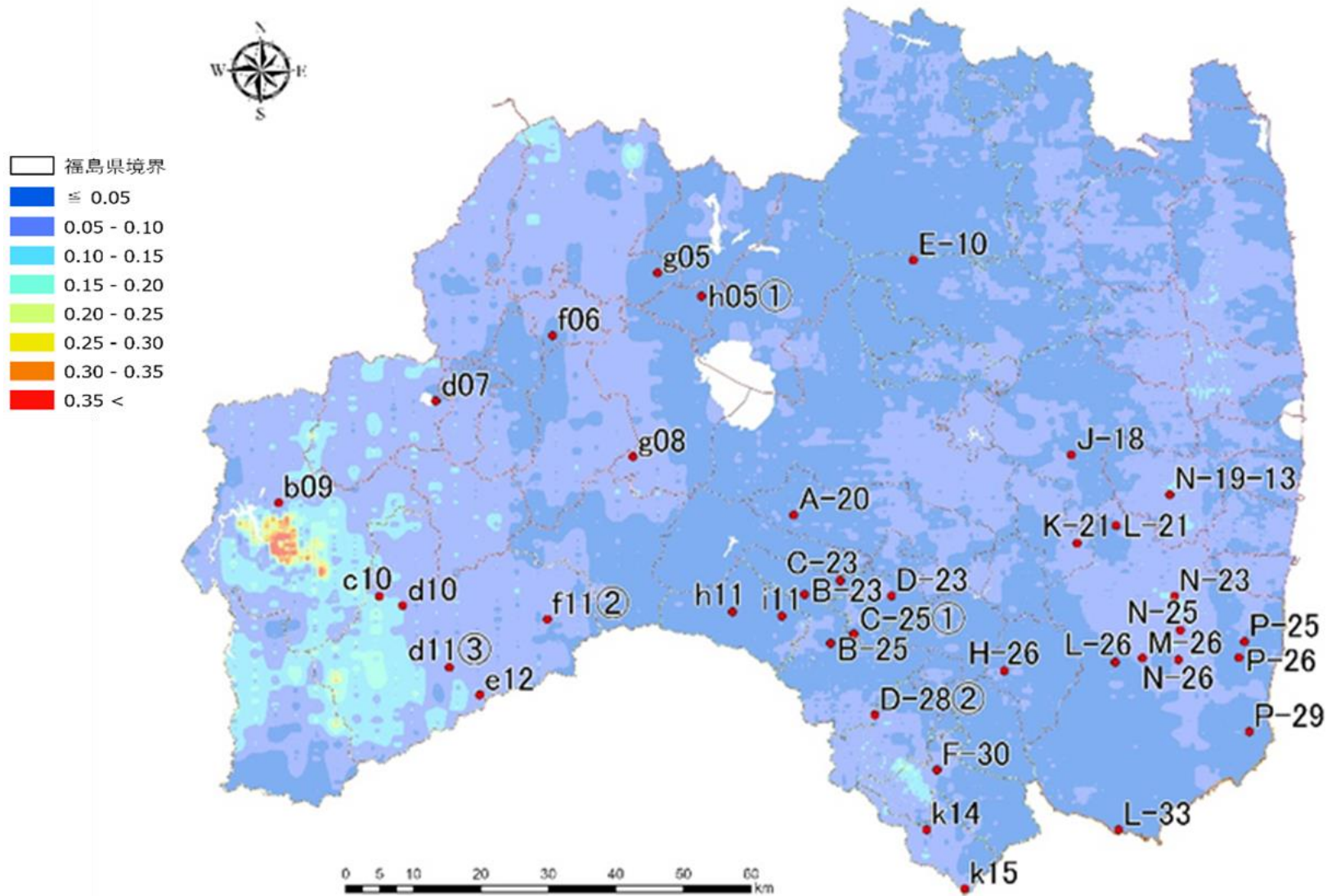
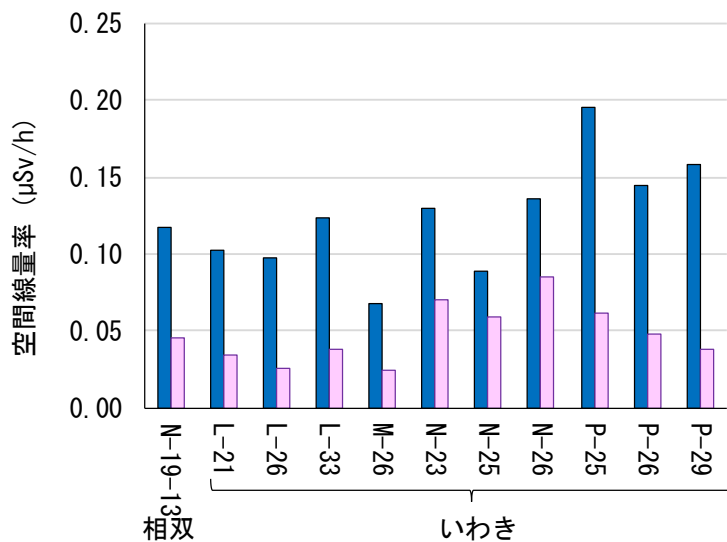
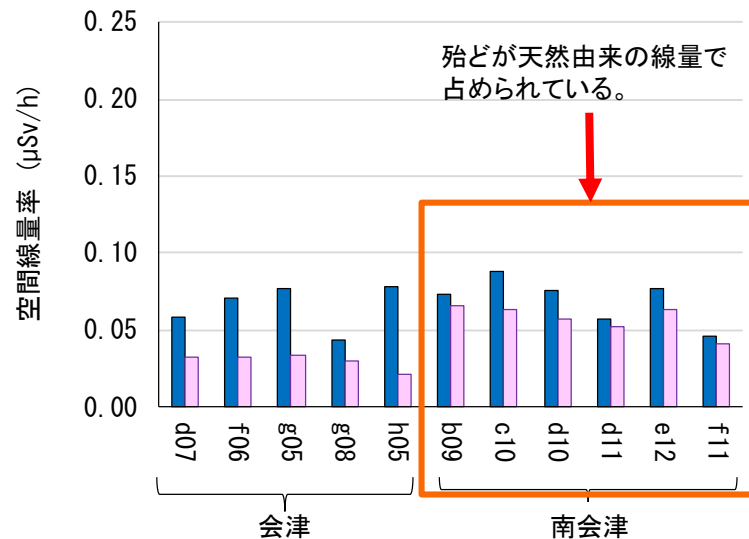
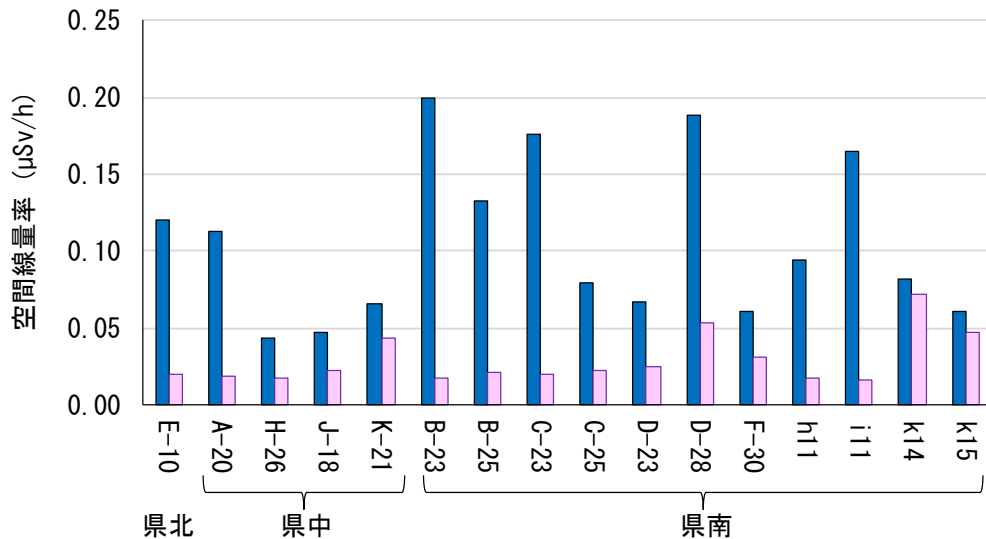


図:天然放射性核種由来の空間線量率マップ(原子力規制庁)

※バックグラウンドとは、地表に存在する代表的な天然由来放射性核種

# バックグラウンド調査



**地域によって自然線量率に幅が存在しており、特に南会津地方では全線量率の殆どが自然線量率で占められている。**

- 全線量率
- 空間線量率と同義
- 自然線量率
- 全線量率の内、天然放射性核種由来ガンマ線の線量率

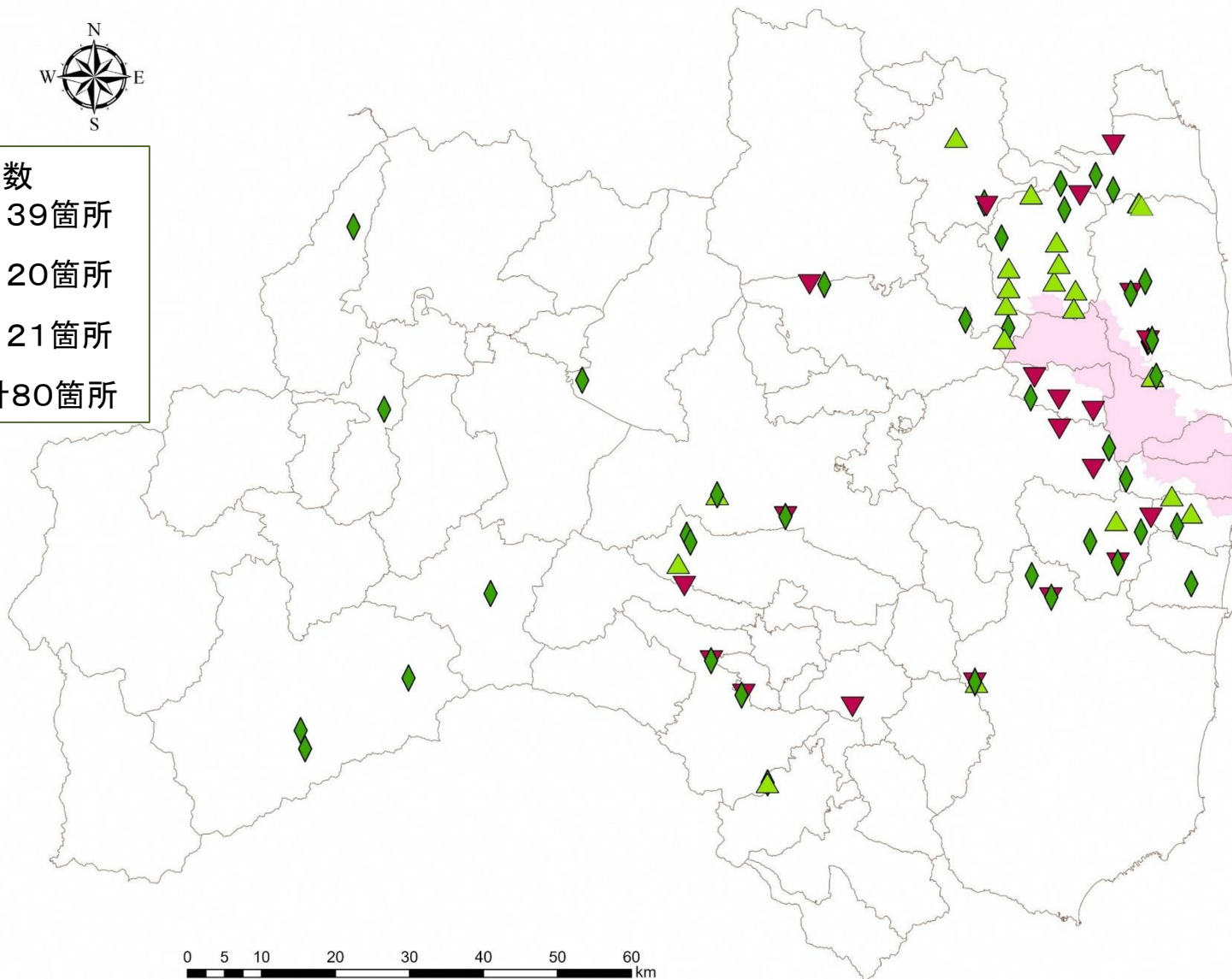


# 樹木調査箇所位置図

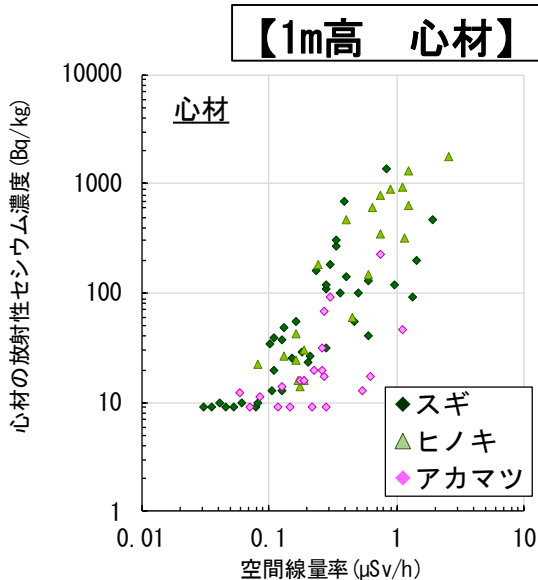
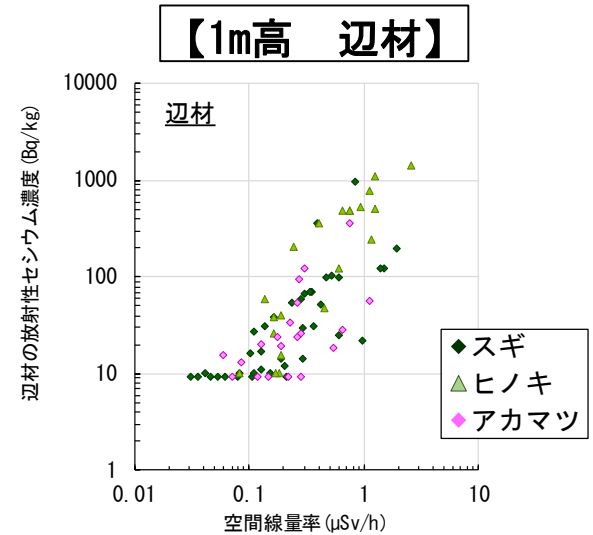
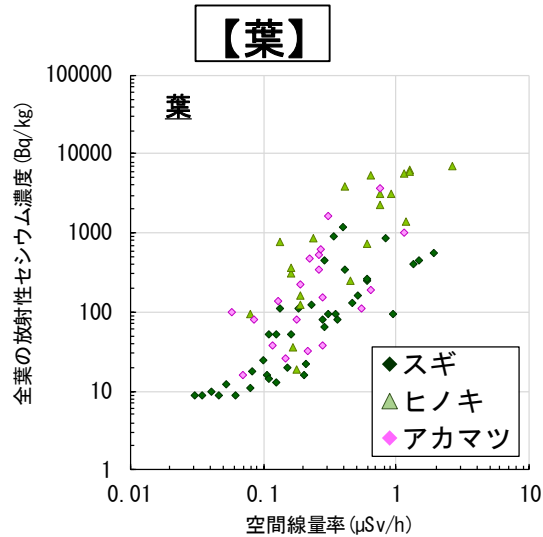
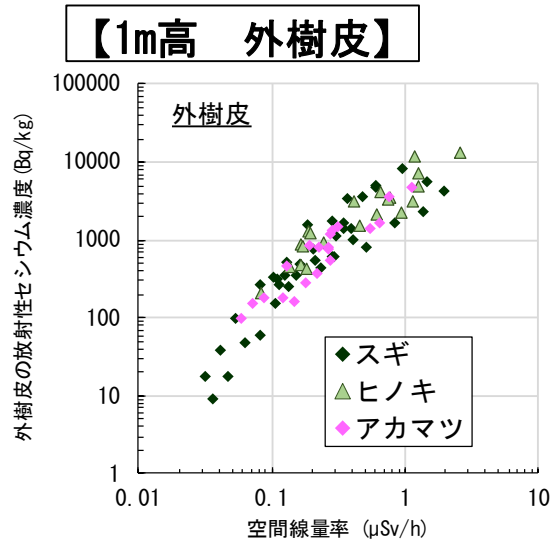


樹種毎の検体数

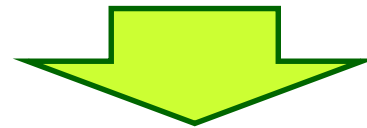
スギ	◆	39箇所
アカマツ	▼	20箇所
ヒノキ	▲	21箇所
		計80箇所



空間線量率と各種放射性Cs濃度との関係

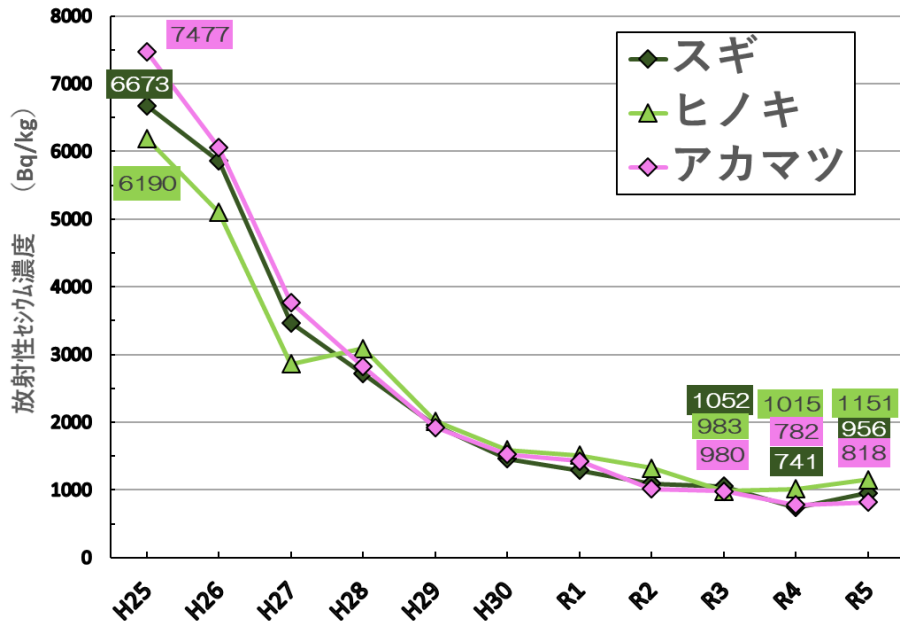


空間線量率が高いほど  
材等に含まれる放射性Cs濃度も高い傾向

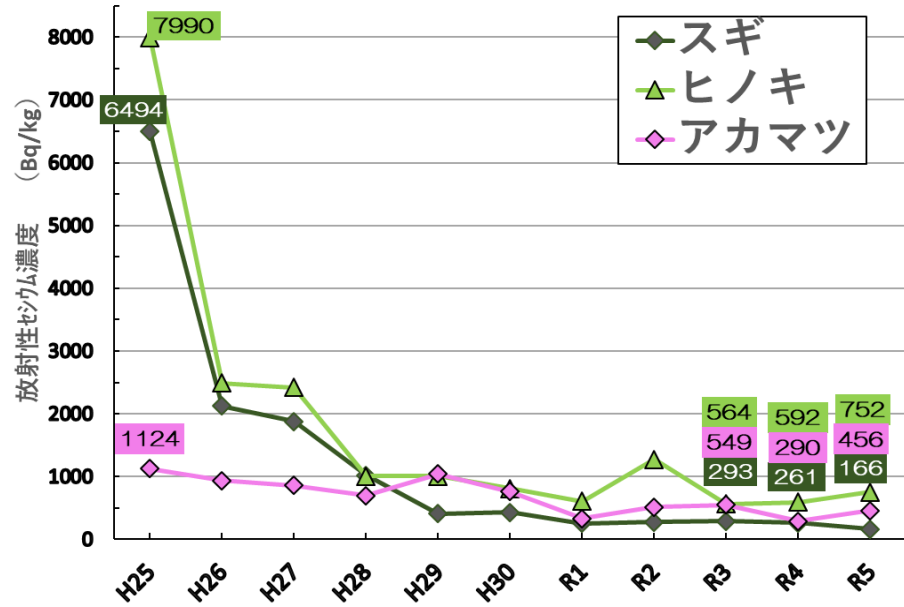


空間線量率の把握が今後の林業生産活動の目安に

【1m高 樹皮】



【葉】



※2013年度からの継続調査箇所の平均値

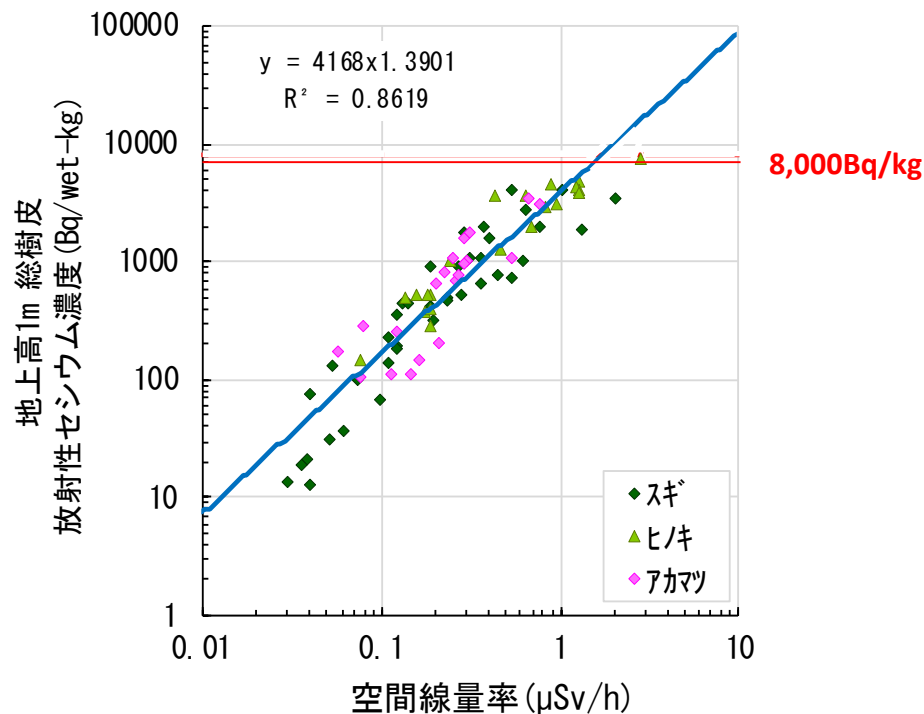
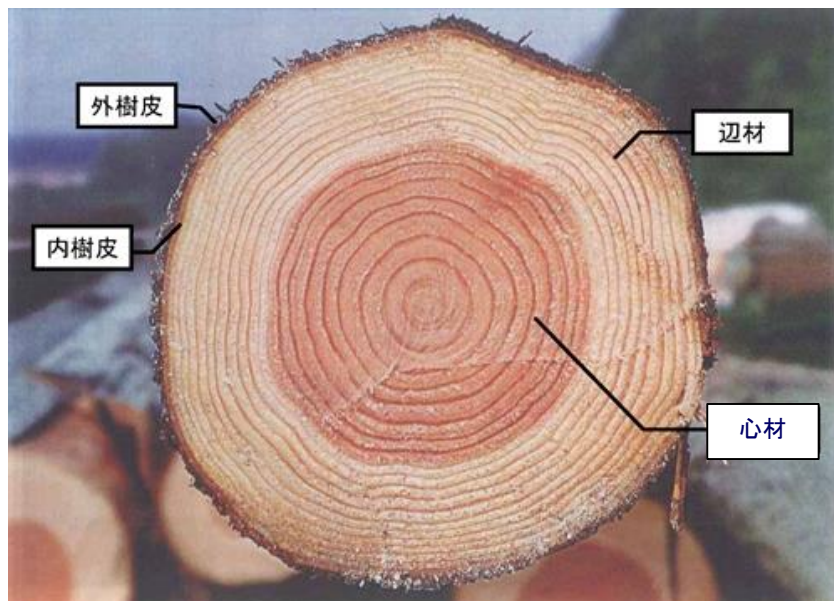
樹皮、葉ともに時間の経過に伴い、Cs濃度は低減しているが、近年は横ばいで推移。

【樹皮】・・・樹皮の剥落等により、直接被ばくにより付着した放射性セシウムが林床へ移行したとみられ、全樹種で放射性セシウム濃度は低減している。

【葉】・・・スギ、ヒノキ：H25～H28にかけて、葉の更新に伴い放射性セシウム濃度が大幅に減少  
 アカマツ：葉の寿命が短く、調査前に直接被ばくした葉が更新していたため、放射性セシウムの低減量が小さい。

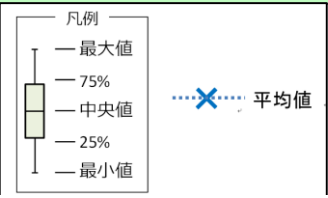
## 樹皮に含まれるCs濃度

- 8,000Bq/kg超の樹皮が見込まれる箇所の空間線量率を、本調査結果の回帰式などから推定（全樹種平均  $1.59 \mu\text{Sv/h}$ ）
- R5年度調査では1箇所では8,000Bq/kg超え。  $2.62 \mu\text{Sv/h}$

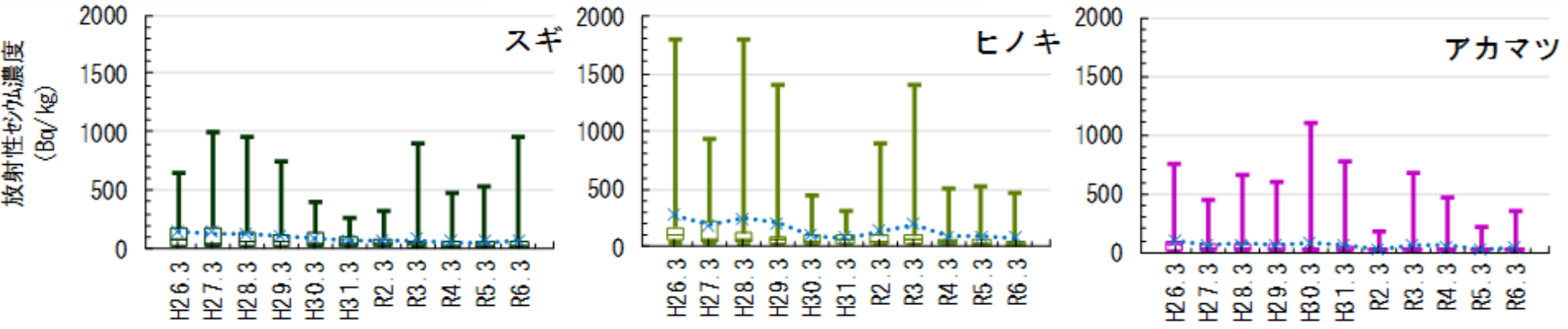


空間線量率と1m高さの樹皮の放射性Cs濃度の関係から推定

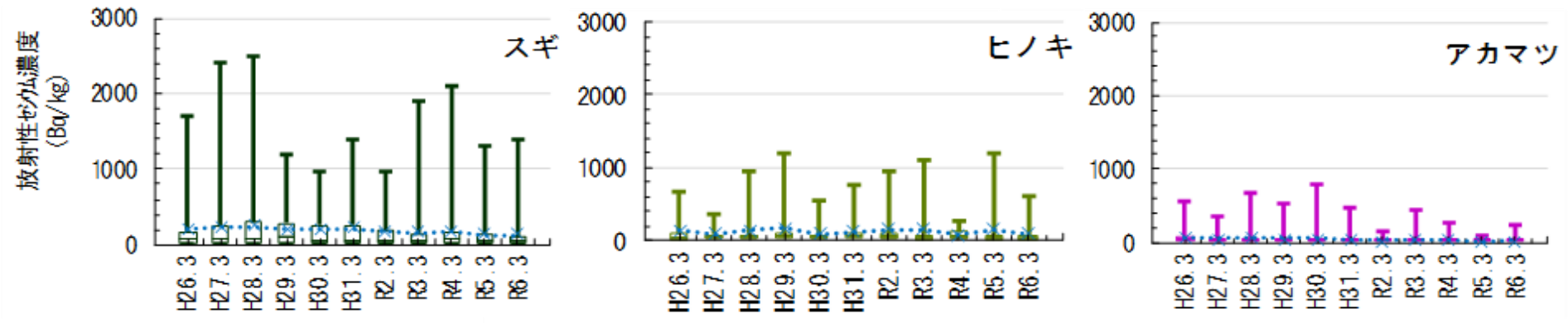




地上高1m辺材 (Bq/kg)



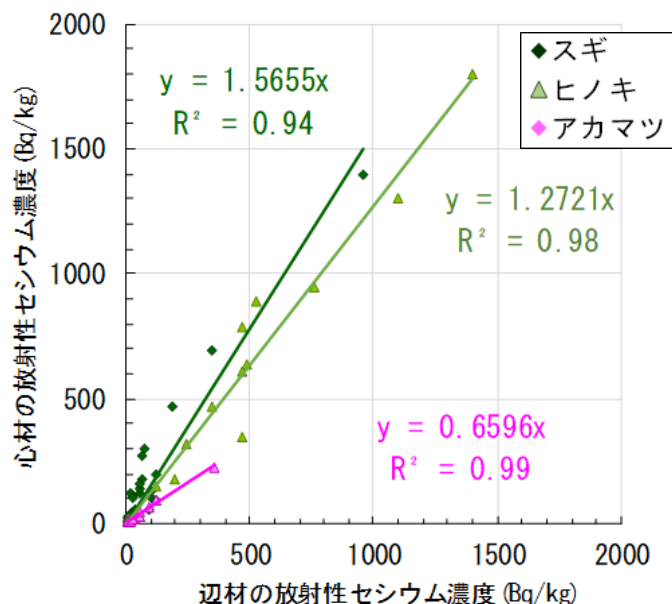
地上高1m心材 (Bq/kg)



【辺材】・・・全樹種で低減傾向にあるが、直接被ばくした樹皮や葉に比べると低減率は小さい。

【心材】・・・スギ：変化幅が小さく、年度により濃度の増減がある。  
 ヒノキ：年度により濃度の増減がある。  
 アカマツ：低い濃度で概ね横ばい。

# 木材に含まれるCs濃度



スギ、ヒノキ：心材の方が辺材よりも濃度が高い傾向  
 アカマツ：辺材の方が心材よりも濃度が高い傾向

※ 平均値の比較: 定量下限値未満を示す試料については、その濃度として定量下限値を採用

<参考>

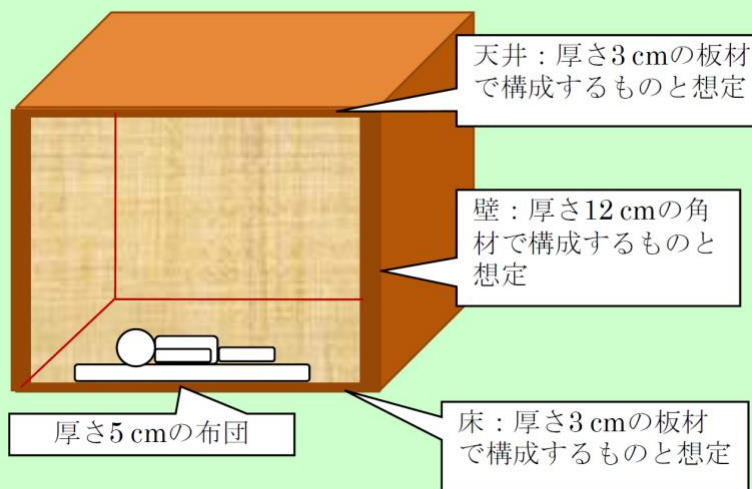
・継続調査箇所 (H23～) における全樹種平均データ (辺材・心材)

辺材

63Bq/kg (2023 N=63)  
 最大: 127Bq/kg (2015 N=66)  
 最小: 51Bq/kg (2022 N=63)

心材

90Bq/kg (2023 N=63)  
 最大: 170Bq/kg (2015 N=66)  
 最小: 117Bq/kg (2019 N=66)



学識経験者に確認したところ、本調査でCs濃度の最大値<sup>※1</sup>を示した木材を住宅に使用した場合の追加被ばく量は年間**0.043 mSv**<sup>※2</sup> **時間当り0.006μSv/h**は、自然放射線による年間被ばく量2.1 mSvに比べ著しく小さく、環境や健康への影響はほとんどないとの評価が得られた。

※1 1,800 Bq/kg (帰還困難区域に隣接する調査地から採取)

※2 林野庁資料『木材で囲まれた居室を想定した場合の試算結果・IAEA-TECDOC-1376』に基づき試算

# 森林の放射性物質の動態変化

(林野庁公表: 令和4年度 森林内の放射性物質の分布状況調査について 福島県林業研究センター協力)

川内村 スギ林

大玉村 広葉樹林

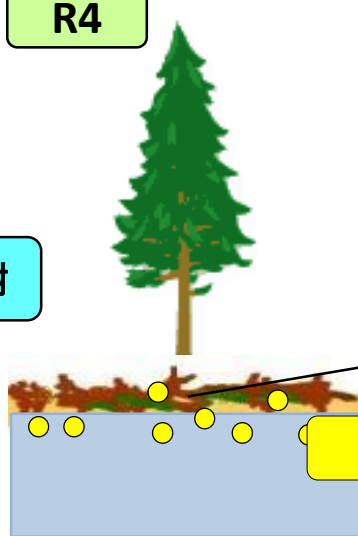
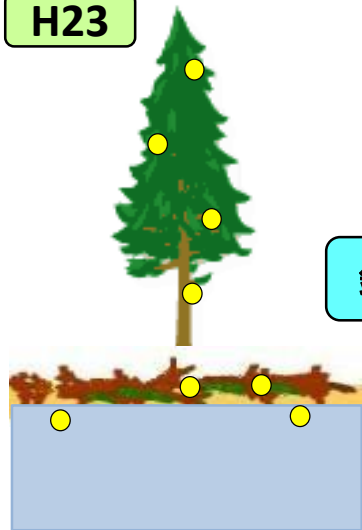
図中の「Cs」は放射性セシウムの略称

樹木Csは全体の2%程度⇒ Csが土壌に移行

樹木Csは全体の1%程度⇒ Csが土壌に移行

H23

R4



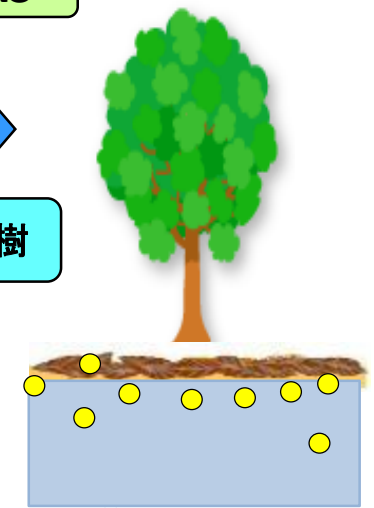
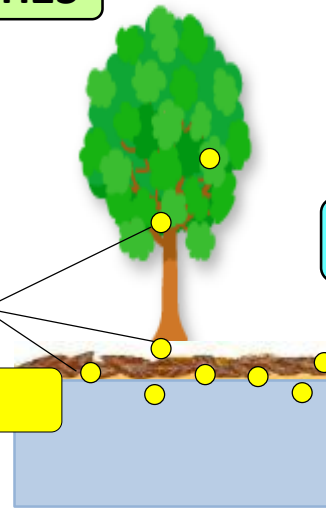
針葉樹

Cs

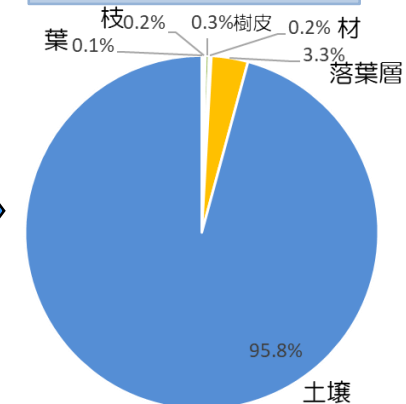
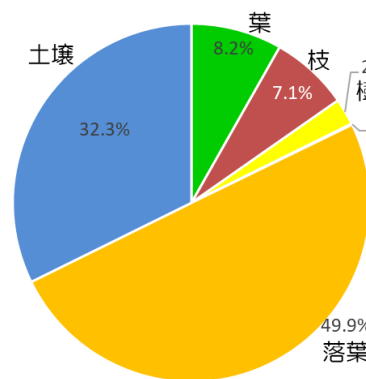
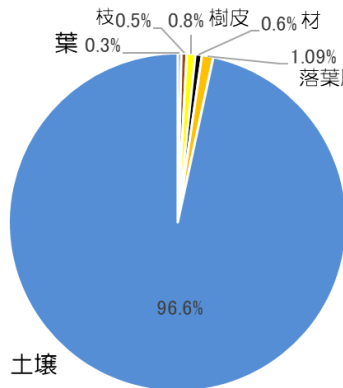
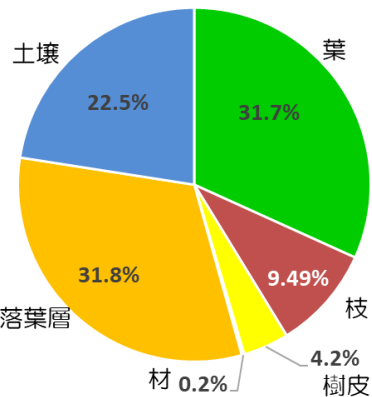
0~5cm

H23

R3



広葉樹



森林内のCsの95%以上が土壌(大部分は0~5cm)に分布

## 1 令和5年度（2023年）森林内モニタリング調査の結果

- ・1,316箇所を調査 最大 $2.62 \mu\text{Sv/h}$ 、最小 $0.03 \mu\text{Sv/h}$   
継続362箇所の平均空間線量率 $0.17 \mu\text{Sv/h}$  (R4 :  $0.17 \mu\text{Sv/h}$ )  
継続362箇所  $0.23 \mu\text{Sv/h}$ 未満の区域は増加 (42箇所 (12%:H23)  $\Rightarrow$  265箇所 (73%:R5))  
 $1.00 \mu\text{Sv/h}$ 以上の区域は減少 (127箇所 (35%:H23)  $\Rightarrow$  0箇所 (0%:R5))
- ・空間線量率は平成23年8月と比較して約81%減少
- ・空間線量率はCs物理学的減衰率とほぼ同じく減少
- ・立木や土壌のCs濃度は空間線量率と正の相関
- ・南会津地方では全線量率のほとんどが自然線量率で占められている

## 2 木材のCs濃度

- ・木材内部のCs濃度は、スギ・ヒノキは心材が辺材よりやや高い傾向  
アカマツは辺材が心材よりやや高い傾向  
(全樹種平均) 辺材平均Cs濃度  $34\text{Bq/kg}$  (R4 :  $31\text{Bq/kg}$ 、R3: $51\text{Bq/kg}$ )  
心材平均Cs濃度  $57\text{Bq/kg}$  (R4 :  $62\text{Bq/kg}$ 、R3: $83\text{Bq/kg}$ )
- ・Cs最大濃度 ( $1,800\text{Bq/kg}$ ) の材料で木造住宅を建築した場合  
年間追加被ばく量 $0.043\text{mSv}$  (木材利用への影響なし) (R4: $0.031\text{mSv}$ 、R3: $0.050\text{mSv}$ )  
※時間あたり被ばく量  $0.006 \mu\text{Sv/h}$  (R4: $0.004 \mu\text{Sv/h}$ 、R3: $0.007 \mu\text{Sv/h}$ )
- ・樹皮、葉ともに時間の経過に伴い、Cs濃度は低減しているが、近年は横ばいで推移。



# 今後の調査内容

## 1 モニタリングの継続調査

森林内空間線量率の経年変化を継続して観測することにより、今後の林業活動へ向けての現状把握。

## 2 立木の放射性物質濃度を継続観測

林業生産活動における安全性を確保するため、立木の放射性物質濃度の経年変化を観測。